

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich  
**Herausgeber:** Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)  
**Band:** 81 (1983)  
  
**Artikel:** Pflanzensoziologisch-ökologische Untersuchungen von gemähten Magerrasen bei Davos  
**Autor:** Zumbühl, Georg  
**Kapitel:** 3: Methoden  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308715>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Im Dischmatal neigen viele Böden des Talgrundes zu zeitweiliger Vernässung im Unterboden. Im übrigen sind (eher selten) unter den untersuchten Rasen folgende Bodentypen oder Anklänge dazu anzutreffen: Mullrendsinen, Mullpararendsinen, Braune Rendsinen, Braune Ranker, Kalkbraunerden, eupodsolige Braunerden und Pseudogleye (Benennung nach KUBIENA 1953).

### 3. Methoden

#### 3.1. Vegetationskundliche Methoden

##### 3.1.1. Vegetationsaufnahmen

Die vegetationskundliche Datenerhebung bestand im wesentlichen in der flächenweisen Bestandesaufnahme und Einschätzung von Dominanz und Abundanz der vorkommenden Arten (vgl. BRAUN-BLANQUET 1964).

Das Vorgehen bei der *Auswahl der Flächen* wurde von der Absicht bestimmt, die Vegetation der Mähder so breit wie möglich zu erfassen. Dabei sollten sowohl klar erkennbare Typen wie auch Uebergangsbestände berücksichtigt werden. Eine wichtige Anforderung an die einzelnen Flächen war deren *Homogenität* in bezug auf den Standort und die floristische Ausgeglichenheit. Die Probeflächenhomogenität definiert HOFMANN (1969) als "Gleichartigkeit der wesentlichen strukturellen, qualitativen und quantitativen Vegetationserscheinungen" unter "Berücksichtigung der Gelände- und Bodenoberflächenmorphologie sowie des gesamten Gesellschaftsmosaiks". Die "intersubjektive Kontrollierbarkeit" ist in der Regel nicht vorhanden, da die Homogenität meist durch "gedankliche Verarbeitung der einzelnen Merkmale an Ort und Stelle" abgeschätzt wird (HOFMANN 1969).

Das Postulat der Homogenität musste indessen mit der *minimalen Grösse der Flächen* in Einklang gebracht werden. Aufgrund von Artarealkurven (CAIN 1938, MÜLLER-DOMBOIS und ELLENBERG 1974) zeigte sich, dass auf einer Fläche von  $16 \text{ m}^2$  etwa 95% der zu erwartenden Arten erfasst werden konnten. Mit dieser Flächengrösse konnte auch die Homogenitätsanforderung weitgehend erfüllt werden.

Die Aufnahmen erfolgten in den Jahren 1977-1980. Die meisten Flächen wurden zweimal besucht, wenn möglich bei verschiedenem Vegetationsstand.

Zur Einschätzung der Artmächtigkeit der Blüten- und Farnpflanzen diente die leicht erweiterte Skala nach BRAUN-BLANQUET (1964), die für die numerische Auswertung nach dem Schema der Tab. 1 transformiert wurde.

Die Moose und Flechten wurden zur Bestimmung gesammelt und ihre Gesamtbedeckung in Prozent eingeschätzt. Die Arten sind deshalb in der Vegetationstabelle (Beilage II) nur als präsent (\*) oder absent aufgeführt.

Die Nomenklatur der Blüten- und Farnpflanzen richtet sich nach HESS et al. (1976-1980), jene der Moose nach AUGIER (1966) und jene der Flechten nach WIRTH (1980).

Die Aufnahmen wurden ergänzt mit den üblichen Standortangaben über Höhenlage, Neigung, Exposition und Relief sowie besonderen Beobachtungen. Im weiteren wurden folgende Charakteristika durch Schätzung festgehalten:

- Flächenbedeckung der Zwergstrauchschicht und der Krautschicht
- Flächenbedeckung der Vegetation und des offenen Bodens

Tab. 1. Schätzskala für die Artmächtigkeit und Transformationen für die numerische Auswertung

*Scale for the estimation of plant cover and abundance and for the transformations used for numerical analyses*

Aufnahmeskala (nach BRAUN-BLANQUET 1964, leicht verändert)	Art- mächtigkeit	Bei der numerischen Auswertung verwendete Werte		
		Ordination		Oekologische Zeigerwerte (nach LANDOLT 1977a)
		Präsenz- Absenz- Skala	Artmächtig- keit berück- sichtigt	
R	selten (und nur steril)	0	0	0
		1	2	0.5
+	≤10 Exempl.	1	3	1
1	5%	1	3.5	2
2	5- 15%	1	4	2.5
2	15- 25%	1	4.5	3
3	25- 50%	1	5.5	4
4	50- 75%	1	6	5
5	75-100%	1	6	6

- Mengenanteile (Massenprozent, nicht überprüft) folgender Gruppen: Gramineen; Cyperaceen und Juncaceen; holzige Chamaephyten; Leguminosen; übrige Blüten- und Farnpflanzen.

### 3.1.2. *Auswertung*

#### 3.1.2.1. *Pflanzensoziologische Auswertung*

Die wichtigsten Ziele bei der Auswertung der Vegetationsdaten waren das Erkennen von Strukturen und Gradienten und ihre Darstellung als Gruppen von Aufnahmen (Vegetationseinheiten) und Arten. Dazu gibt es zwei grundsätzlich verschiedene Ansätze: die multivariate, formal-numerische Methode, die nur mit Hilfe der EDV bewältigt werden kann, und die manuelle tabellarische Auswertung. Die beiden Ansätze wurden im vorliegenden Fall parallel verwendet.

a) *Mathematische Verfahren*. Nebeneinander wurde mit verschiedenen Verfahren gearbeitet, von denen in der Pflanzensoziologie in jüngerer Zeit immer mehr Gebrauch gemacht wird. Dafür stand ein umfangreiches Computer-Programmpaket zur Verfügung, welches in WILDI und ORLOCI (1980) beschrieben ist. Die Berechnungen wurden auf der CDC-Computeranlage des Rechenzentrums der ETH Zürich durchgeführt. Eine zusammenfassende Diskussion der numerischen Methoden, auch grundsätzliche Gedanken dazu, sowie weiterführende Literatur finden sich zum Beispiel bei WILDI (1977) oder VAN DER MAAREL et al. (1980).

In einer ersten Phase wurde die gesamte Datenmatrix (Moose und Flechten wurden nicht in dieses Verfahren einbezogen) mittels der *Hauptkomponentenanalyse* und der *Korrespondenzanalyse* ordiniert (Näheres darüber siehe bei BAHRENBURG und GIESE 1975 oder bei UEBERLÄ 1971). Dabei musste der Datensatz wegen der auf 120 Aufnahmen beschränkten Programmkapazität in zwei Teile (Teile A und B) zerlegt werden. Dies geschah in der Art, dass in aufsteigender Aufnahmenumerierung alternierend aufgeteilt wurde. Die beiden Parallelberechnungen lieferten gut vergleichbare Ergebnisse. Es wurden Berechnungen mit und ohne Berücksichtigung der Artmächtigkeit durchgeführt (vgl. Tab. 1).

In der zweiten Phase ging es darum, die feineren Unterschiede und Strukturen in einem einheitlichen Ausschnitt zu erfassen. Diese Ausschnitte ergaben sich aus den Ergebnissen der ersten Phase. Der Datensatz wurde aufgrund der dort erschienenen Struktur aufgeteilt und die Ausschnitte weiter analysiert.

Mit der *Gruppierungsanalyse* (GRID, Space Density Analysis, WILDI 1979) der durch die Hauptkomponentenanalyse gewonnenen Koordinaten wurde anschließend eine Klassifikation versucht. Ihr Ergebnis lieferte wohl Hinweise für die endgültige Gruppierung, konnte aber als ganzes nicht übernommen werden. Dasselbe gilt für einen numerischen Versuch der Artengruppierung.

Zwei verschiedene *Ähnlichkeitsmasse* wurden verwendet:

1. Skalarprodukt der zentrierten Daten:  $r(x,y) = xy - xy/n$
2. Koeffizient nach VAN DER MAAREL (1979):  $r(x,y) = xy/(x^2 + y^2 - xy)$

Dabei bedeuten:  $x,y$ : zu vergleichendes Paar von Aufnahmevektoren

$n$ : Anzahl Vegetationsaufnahmen

Zur Berechnung der Verwandtschaftsbeziehungen unter den Vegetationseinheiten wurde die Stetigkeitstabelle einer *Clusteranalyse* (Complete linkage Clustering, SPÄTH 1977) unterzogen, wobei der Koeffizient nach VAN DER MAAREL verwendet wurde.

b) *Tabellarische Auswertung*. Das Herausarbeiten von Vegetationseinheiten, welche durch typische Artenkombinationen und einheitliche Standortverhältnisse gekennzeichnet sind, bildet ein Hauptziel der vorliegenden Arbeit. Dazu genügt die gleichschaltende Betrachtung des Verhaltens aller Arten nicht. Nicht jede Art zeigt mit ihrem Vorkommen, bzw. Fehlen oder mit ihrer wechselnden Dominanz die selbe soziologisch-ökologische Bedeutung. Standortliche Eigenschaften der Vegetationsaufnahmen müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Dies ist mit rein numerischen Methoden bis heute nicht in befriedigendem Masse möglich.

Bewusst wurde deshalb die endgültige Tabellenordnung und Klassifikation von Hand (im wesentlichen nach ELLENBERG 1956) erarbeitet. Immerhin muss betont werden, dass die Ordination wertvolle Hinweise lieferte, die laufend in die Tabellenarbeit miteinbezogen wurden.

Angesichts der fließenden Uebergänge, die auch die Ordination deutlich

aufzeigte, bestand bei der Gruppierung die Gefahr der Zerstückelung, welcher bewusst zu begegnen versucht wurde.

#### 3.1.2.2. *Oekologische Zeigerwerte*

Unter Berücksichtigung aller Blüten- und Farnpflanzen wurden die mittleren Zeigerwerte nach LANDOLT (1977a) für sämtliche Vegetationsaufnahmen berechnet. Von diesen ausgehend wurden Mittelwerte und mittlere Fehler ( $s_x/\sqrt{n}$ ) für die Vegetationseinheiten berechnet. Die Artmächtigkeit wurde gemäss Tabelle 1 gewichtet.

### 3.2. *Bodenkundliche Methoden*

Die Böden wurden hauptsächlich auf ihre chemischen Eigenschaften hin untersucht. Dazu wurden von 59 Vegetationsaufnahmen der Parsennmäher und des Dischmatales aus dem Hauptwurzelraum Proben entnommen. Die Auswahl der Flächen geschah zufällig, wobei in der Rohtabelle ungefähr jede vierte Aufnahme gezogen wurde.

Für alle Vegetationsaufnahmen (mit Ausnahme der Nr. 162, 163 und 164) wurde das pH des Hauptwurzelraums in etwa 5-7 cm Bodentiefe bestimmt.

Nebst Profilbeobachtungen an Bohrkernen, welche für ein rasches Erkennen der wichtigsten Merkmale dienten, wurden an drei Stellen im Parsenngebiet Profillöcher ausgehoben. Diese Profile wurden genau beschrieben und Proben ihrer Horizonte für die Laboranalysen gesammelt (Zeitpunkt: 17.-19. Juni 1980).

#### 3.2.1. *Probenahme und Aufbereitung*

Auf jeder der 59 Flächen wurde dem Oberboden (0-12 cm) mittels Bohrzylin- der eine Mischprobe, bestehend aus 20 Einstichen, entnommen. Das Sammeln der Proben und das Bestimmen der pH-Werte geschahen innerhalb von vier Tagen anfangs September 1980.

Die luftgetrockneten Böden wurden mit dem 2 mm-Sieb gesiebt, ihre Streue

entfernt und ein Teil zur Humusbestimmung fein gemörsert. Probeteilen und Mörsern geschahen maschinell. Die zur Humusbestimmung vorgesehenen Proben wurden vor der Analyse bei 105°C während 12 Stunden getrocknet.

### 3.2.2. *Bodenchemische Methoden*

#### 3.2.2.1. *Azidität*

Methode Nr. HP-2 nach FAP (1976).

In der Suspension des Bodens mit 0.02 N-CaCl<sub>2</sub> wurde das pH elektronisch gemessen (Gerätetyp: Metrom pH-Meter E604). Die Bodenproben waren ungetrocknet und frisch.

#### 3.2.2.2. *Organische Substanz*

Modifizierte Methode nach WALKLEY und BLACK (STICHER 1978). Der organisch gebundene Kohlenstoff wurde mittels Kaliumbichromat und konz. Schwefelsäure oxydiert (sogenannte nasse Veraschung). Im Filtrat wurde das gebildete Cr<sup>3+</sup> photometrisch bei 578 nm Wellenlänge bestimmt.

Mit dieser Methode werden etwa 90% der organischen Substanz erfasst. Zur Umrechnung von organischem C in organische Substanz hat sich der Faktor 1,724 eingebürgert. Aus dem Resultat der Analyse (% org. C) lässt sich deshalb durch Multiplikation mit dem Faktor 2 der Gesamtgehalt org. Substanz in guter Näherung abschätzen.

#### 3.2.2.3. *Austauschbare Basen*

Methode zur Herstellung der Analysenlösung nach STICHER et al. (1971).

Die Bodenproben wurden dreimal mit Ammoniumacetat (pH 7) ausgeschüttelt und zentrifugiert. Zur Bestimmung der Ca-, Mg-, K- und Na-Ionen wurde das Atomabsorptionsspektrometer benutzt.

#### 3.2.2.4. *Austauschbare Wasserstoffionen*

Methode Nr. HA-3 nach FAP (1977).

Eine wässrige Bodensuspension wurde mit einer alkalischen Pufferlösung

(pH 8) versetzt. Danach wurde die pH-Senkung mittels Potentiograph gemessen.

#### 3.2.2.5. Kationenumtauschkapazität (KUK) und Basensättigungsgrad (S%)

Bei Vernachlässigung der Spurenelemente ergab sich aus der Summe der austauschbaren Basen und der H-Ionen die KUK. Der prozentuale Anteil der austauschbaren Basen an der KUK wird als Basensättigungsgrad bezeichnet.

#### 3.2.2.6. Kohlensäureextrahierbares Phosphat und Kalium

Methode Nr. PK-1 nach FAP (1975).

Der Boden wurde mit  $\text{CO}_2$ -gesättigtem Wasser extrahiert. Im Extrakt wurden kolorimetrisch das  $\text{PO}_4^{3-}$  und flammenphotometrisch (Wellenlänge 750 nm) das  $\text{K}_2\text{O}$  bestimmt.

Die daraus berechneten Testzahlen entsprechen folgenden Werten:

P-Testzahl = 0.0356 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /100 g Boden, K-Testzahl = 1 mg  $\text{K}_2\text{O}$ /100 g Boden

### 3.3. Erhebungen über die Bewirtschaftung

Jede Untersuchungsfläche hat ihre eigene Landnutzungsgeschichte. Es wurde versucht, möglichst exakte Angaben über die Bewirtschaftung wenigstens der letzten 10 Jahre zu erhalten und auch weiter zurückliegende tiefgreifende Veränderungen der Nutzung ausfindig zu machen. Die Informationen darüber wurden mittels eines Fragebogens zusammengetragen, der anlässlich einer persönlichen Kontaktnahme mit den einzelnen Bauern ausgefüllt wurde.

Wertvoll waren aber auch die vielen Gespräche mit ihnen über die Bedeutung, die sie der Mähderbewirtschaftung beimessen, über traditionelle Hintergründe, über ihre Beobachtungen, Erfahrungen und Zukunftsaussichten.